

# 宇航产品产品化研制模式研究与实践

周滕 赵洋 葛德谨 王海洋 赵亮 苏亚飞

北京空间机电研究所

DOI:10.12238/jpm.v3i9.5315

**[摘要]** 宇航产品具有高技术和高风险的特点,近年各类航天星座组网系统逐步建立,产品化研制模式更适应宇航产品生产模式。本文在阐述宇航产品技术特性的基础上,就产品技术风险特征与类型展开分析,并指出创新优化宇航产品产品化研制模式的方法,期望能探索科学、合理的产品化研制模式,从源头做好宇航产品设计,为宇航产品的生产和应用奠定良好基础。

**[关键词]** 宇航产品; 产品化; 模式创新; 技术风险

**中图分类号:** TL62+6 **文献标识码:** A

## Research and Practice of Aerospace Products

Teng Zhou Yang Zhao Dejin Ge Haiyang Wang Liang Zhao Yafei Su

Beijing Research Institute of Space, Mechanical and Electrical Engineering

**[Abstract]** Aerospace products have the characteristics of high technology and high risk. In recent years, various aerospace constellation networking systems have been gradually established, and the product development model is more suitable for the production model of aerospace products. On the basis of expounding the technical characteristics of aerospace products, this paper analyzes the characteristics and types of product technical risks, and points out the methods of innovating and optimizing the commercialization development mode of aerospace products. Aerospace product design lays a good foundation for the production and application of aerospace products.

**[Key words]** aerospace products; productization; model innovation; technical risk

近年来,我国航天事业发展迅速,宇航产品在航天事业发展中发挥着重要作用,空间技术及宇航产品研制技术获得了长足发展,在一定程度上促进了空间光学遥感器等宇航产品的成功研制和应用<sup>[1]</sup>。但要注意的是,宇航产品研制工作技术性较强,且产品研制过程中存在一定的技术风险,基于这一特征,对宇航产品的产品化研制模式进行研究与创新成为提升宇航产品研制水平的关键要点。

### 1 宇航产品的技术特性

宇航产品本身具有技术要求高、风险性较大的特征,并且要注意的是,宇航产品的高风险性大多是由技术因素引起的。从技术层面,宇航产品的技术特征表现为:一方面,宇航产品本身是高新技术的集中展示,在产品研制设计中,不论是体积优化、质量管理还是功耗控制,均需通过新技术应用来实现。另一方面,宇航产品的技术应用具有综合性特征,宇航产品研制本身是一个多专业交融的工作,只有系统综合各个专业的先进知识,才能解决宇航产品研制中的细微问题。值得注意的是,宇航产品的技术应用还具备实效性、个性化、周期长、品种多、子样多等特征,应结合宇航产品本身严格控制这些技术特性,以此来提升宇

航产品的设计质量,确保航天任务的顺利完成<sup>[2]</sup>。

### 2 宇航产品风险点与类型

#### 2.1 风险点

深层次分析宇航产品特性可知其风险点具有多样性的特征。现阶段,宇航产品的风险点主要表现在六个方面,一是受产品技术攻关不到位等因素的影响,产品本身具有一定的技术盲点。二是宇航产品本身具有多专业技术交融的特点,这些技术的交汇也会增加一定的复合风险。三是航天任务的实施环境较为复杂,对于宇航产品的质量技术要求较高,这要求在产品材料、工艺、元器件生产应用中关注其特性敏感点,避免因技术敏感造成产品风险问题,同时还要考虑产品化产品的通用性。四是宇航产品全生命周期需要处于稳定工作状态,在规划中需考虑其性能的临界性,防止出现负载及接口适应性不到位问题。五是为保证宇航产品的稳定性及可靠性,研制过程中的精细度要求会导致研制周期较长。六是宇航产品规划存在较多的挂钩点、应力集中点、卡指点和短路点,这些都是宇航产品的功能死点,容易造成一定的技术风险问题<sup>[3]</sup>。

#### 2.2 风险类型

结合宇航产品的风险点, 可将其具体风险划分为显性风险、半显性风险和隐性风险三种类型。一方面, 在航天事业发展中, 工作人员积累了非常丰富的显性风险识别与控制方面的知识, 在这些知识中, 常见的显性风险不仅包含禁限用元器件、禁限用原材料, 而且涉及禁限用工艺、安全间隙控制等多个层面, 需结合实际情况进行认真检查和确认, 实现显像风险控制。另一方面, 宇航产品的半显性风险控制具有一定的难度, 对此需按照科学的流程和方法来识别热应力、力学应力、电磁兼容性等层面的风险, 同时应系统开展故障分析和影响分析工作, 以此来实现风险类型的有效控制。此外, 在宇航产品规划中还有一定的风险具有隐蔽性, 如新技术特性风险、综合技术风险和新技术实施风险等, 针对这些风险, 除实施、跨学科特性分析与设计评审外, 还应重视故障树等分析方法的应用, 充分掌握风险特性, 实现风险的有效控制。

### 3 宇航产品产品化研制模式与方法要点

#### 3.1 产品化研制模式改进优化

在宇航产品产品化研制模式优化中, 一方面, 考虑到宇航产品研发所涉及的学科内容较多, 专业知识较为复杂, 对此在规划设计之初需要建立跨多个专业和学科的开发团队, 以此来减少宇航产品开发中的科学盲区和技术盲区。在多学科产品开发团队建设后, 团队成员还需要从不同的专业和视角对产品的特性和风险进行分析, 通过这种跨专业的技术性分析、关联性分析和耦合分析, 能为整个产品设计工作的开展提供智力支撑。另一方面, 宇航产品研制本身具有较强的专业性, 在研制中还需要考虑产品自身的特定, 对于这一特征, 在新时期的产品化研制模式改进中, 需从产品工艺性、可测试性、可维修性、保障性、通用性等层面开展设计, 这样才能从设计的角度对产品的相关特性进行统筹分析, 合理控制产品风险, 继而实现产品状态的有效控制<sup>[4]</sup>。此外, 在优化产品化研制模式时, 还需要重视技术研发人员、工程研发人员、产品保证人员的有效结合, 以及产品化团队与传统型号团队的剥离, 实现这些人员合作和独立工作后, 需系统化的考虑工程开发程序和约束条件, 实现多重风险类型控制, 规避宇航产品研制风险, 提升宇航产品的整体质量。其

次, 统一生产的计划管理也是重中之重, 在组织产品的研制及生产过程中, 建立生产线, 形成统一的产品化生产模式及计划, 并统一产品的生产标识, 保证产品的唯一性及可追溯性。

#### 3.2 改进宇航产品研制方法

现阶段, 我国航天事业发展步入了全新的发展阶段, 改进宇航产品产品化研制方法已经成为助力航天事业稳步发展内在需要。在宇航产品研制方法创新中, 其一, 相关单位应做好宇航产品详细设计, 并做好评审把关, 实现产品功能性、可靠性、安全性的结合, 并保证工艺性、可测试性、可维修性和保障性的有机统一。其二, 宇航产品研发中涉及较多的风险, 对此应重视各种风险分析方法的应用, 以此来实现产品风险的有效识别和控制, 持续性地改进产品的质量。其三, 在宇航产品研制中, 工作人员还应科学地开展研制性实验, 通过研制性实验, 不仅能验证设计方法的正确性, 合理控制设计裕度, 而且能使得设计人员开展功能性能试验、接口匹配性试验外, 还应注重统一产品环境试验条件, 统一电、热、机械接口, 以此来促进研制实验的通用性, 提升宇航产品整体的设计质量。

### 4 结语

产品化研制模式的建设和应用对于宇航产品的研制设计具有较大影响, 其能创造良好的宇航产品研制环境, 控制宇航产品研制风险, 提升产品研制质量。新时期, 人们只有从宇航产品技术特性的角度出发, 深层次分析产品严重的风险和问题, 并结合实际持续优化和创新宇航产品产品化研制模式, 这样才能提升宇航产品研制的效率和质量, 助力航空事业的持续、稳步发展。

#### [参考文献]

- [1]王小勇.空间光学技术发展及展望[J].航天返回与遥感,2018,39(4):79-86.
- [2]罗卫东,张江涛,蔡嘉辉,等.生产类产品生产组织与应用研究[J].中国战略新兴产业,2022,(12):110-112.
- [3]赵宇辉,孙泉,汪锐琼,等.“结对子”模式加速推进航天火工品产品化实践[J].航天工业管理,2021,(12):19-25.
- [4]冯荣,张苏闽,刘欣,等.面向“三高”的上面级研制管理初探[J].航天工业管理,2019,(9):14-17.